coupes volantes et des civilisations avancées dans l'espace. Mais nous n'avons pas besoin de dépenser 6 millions de dollars cette année pour prouver que ces vilaines créatures existent. Il suffit de 75 cents pour acheter un magazine au supermarché [...]. Nous avons une occasion de prouver qu'il y a encore une vie intelligente sur Terre. » Au-delà de la rhétorique politicienne, le programme Seti fait les frais d'une confusion avec les délires ufologiques les plus échevelés; néanmoins, 60 millions de dollars auront tout de même été déboursés par l'agence spatiale américaine.

Désormais, un Seti Institute recueille des donations privées pour financer la recherche américaine d'intelligences extraterrestres. Une dizaine de radiotélescopes à travers le monde y collaborent, avec des financements de recherche publique, en utilisant les récepteurs mis au point par la Nasa. Un travail de fourmi : l'émission de chaque étoile est enregistrée durant 30 minutes – c'est le temps nécessaire pour parcourir tout son spectre d'ondes –, puis analysée par un ordinateur. Tout l'art du chasseur d'E.T. consiste alors à discerner ce qui pourrait être une émission artificielle dans la cacophonie des ondes naturellement émises par les astres ! Le programme de la Nasa portant sur 1 000 étoiles devait durer dix ans. Et des étoiles, il y en a 200 milliards dans la seule Voie lactée…

Quarante ans après ses débuts, la recherche n'a produit qu'une poignée de fausses alertes fort excitantes, mais toutes décevantes. Telle celle du 12 avril 1965 : ce jour-là, les Soviétiques annoncent à l'agence Tass la découverte de signaux variables pouvant provenir d'intelligences extraterrestres dans la direction de CTA 102. Or l'objet incriminé venait d'être identifié par les Américains comme un quasar, une puissante source radio ponctuelle aux émissions fantasques ! Téléphone, fax et Internet n'étaient pas encore très utilisés entre les scientifiques des deux blocs… Côté français, Jean Heidmann et François Biraud ont sondé les nouvelles planètes extrasolaires avec attention, mais sans succès. De même, ils ont réglé leurs grandes oreilles métalliques sur les longueurs d'ondes « magiques » – celle de l'hydrogène, par exemple. Mais rien de probant n'a été enregistré.

Critiques en rafales

À ceux qui doutent de l'utilité de leur quête, les participants au programme Seti rappellent que l'absence de preuve n'est pas la preuve de l'absence : si l'on n'a pas découvert d'intelligence extraterrestre, c'est peut-être que l'on a mal cherché. Mais les détracteurs ne manquent pas de munitions : Seti est jugé horriblement dispendieux. On l'a vu, c'est l'argument qui a mis un terme à son financement public aux États-Unis. Plus grave : aux yeux de certains scientifiques, cette recherche est trop anthropomorphique. Pourquoi les extraterrestres émettraient-ils des signaux radio comme nous ? Après tout, on peut imaginer des intelligences dépourvues de matière et existant hors de toute planète. Ou bien des formes de vie basées sur la chimie du silicium ou s'affranchissant de l'eau sous forme liquide *(voir article p. 102)*. Mieux : des êtres biologiquement proches de nous pourraient développer des civilisations sur d'autres fondements que le progrès technique. Enfin, les ondes électromagnétiques correspondent à un certain stade de l'évolution des technologies de communication. Des civilisations plus avancées auraient peut-être uniquement recours à la fibre optique

Combien aurions-nous d'interlocuteurs ?

Une équation proposée par Frank Drake, le pionnier des écoutes, dénombre les civilisations actuellement capables de communiquer dans notre galaxie.

$$N = R \times S \times P \times E \times L \times I \times C \times V$$

R : nombre d'étoiles qui se forment chaque année dans la Voie lactée
S : fraction de ces étoiles semblables au Soleil
P : fraction de ces étoiles qui possèdent des planètes
E : nombre de planètes situées à distance « habitable » de leur étoile
L : fraction de ces planètes où la vie est apparue
I : fraction de ces planètes où la vie a évolué vers l'intelligence
C : fraction de ces planètes où il existe une technologie de communication
V : durée en années de la phase de communication extraterrestre
Résultat : entre 400 millions de civilisations galactiques détectables pour les optimistes et une seule (la nôtre) pour les sceptiques. Vaste fourchette…

PROPULSION

QUEL TURBO DANS LA SOUCOUPE ?

PAR BERTRAND LEBRUN
Ingénieur en mécanique, spécialiste en MHD.

Ils volent vite, ils volent bas, ils sont silencieux. Voilà, selon les témoignages, quelques caractéristiques des ovnis. Pourquoi ressemblent-ils à des disques ? Pourquoi ne produisent-ils pas les ondes de choc responsables du bang supersonique ? Une branche de la physique, la magnétohydrodynamique, propose des réponses. Elle permet d'imaginer un engin doté de propriétés qui en ferait une honnête soucoupe volante. En théorie seulement, car les modèles terriens ne sont pas pour demain.

ILLUSTRATION OLIVIER VATINE ET ISABELLLE RABAROT

Tour de contrôle : *« Vol 12W65 à destination de New York. Check-up en cours : contrôle du générateur d'électricité. »*

Pilote à la tour : *« Générateur électrique à fusion contrôlée en charge.*

– Ionisateur à hyperfréquences ?

– Ionisateur HF en action.

– Réseau de refroidissement des circuits magnétiques et électriques en température ?

– Circuit cryogénique en température basse.

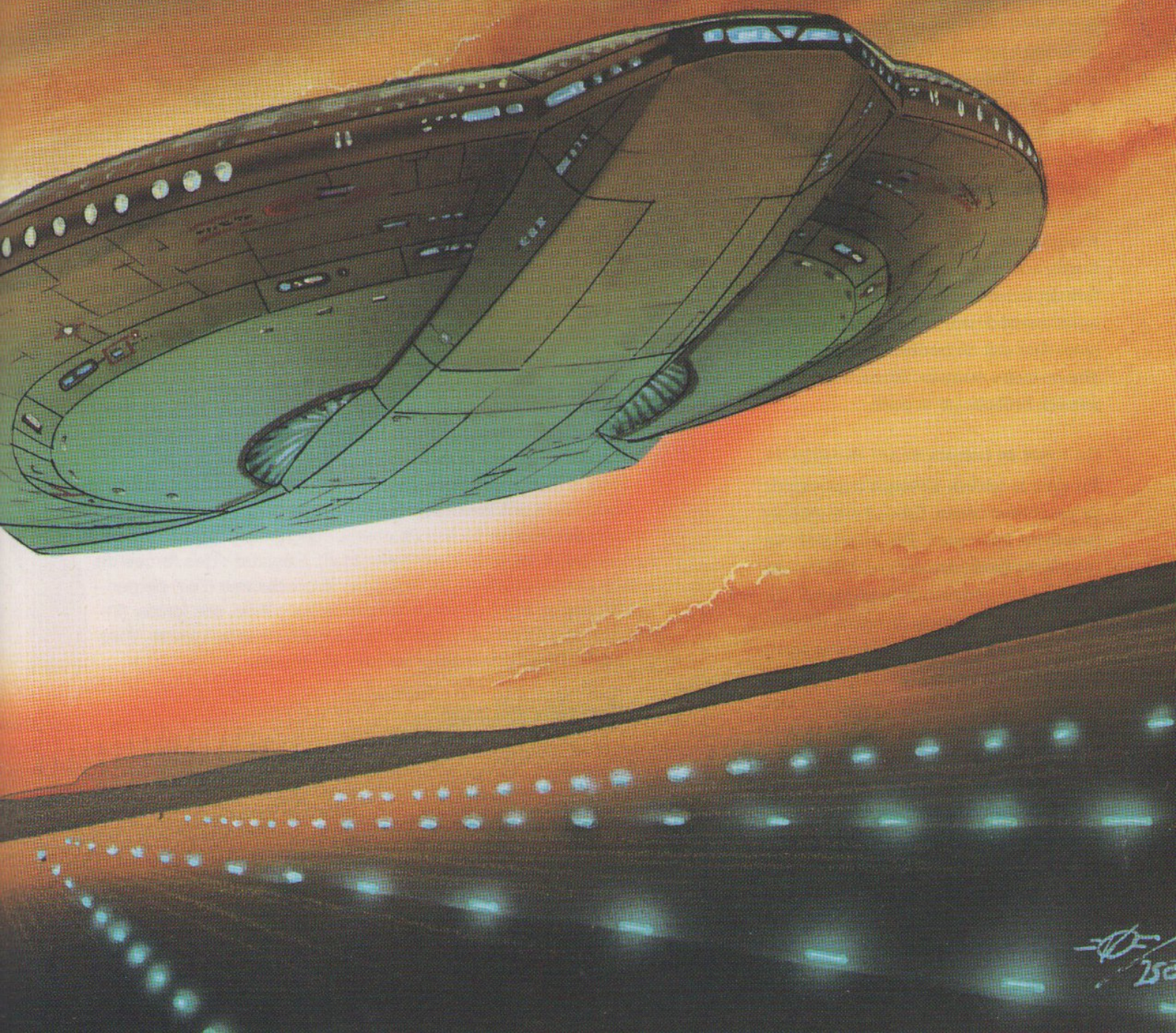
– Système de contrôle de la traînée propulsive ?

– Capteurs de pression et de température en fonction, analyseur de traînée programmé pour atmosphère sèche.

– Tout est en ordre, autorisation de décollage. »

Le pilote aux passagers : *« Mesdames et messieurs, vérifiez vos ceintures. Notre vol Paris-New York durera trente minutes à une altitude de trente mille pieds. Attention au départ ! »*

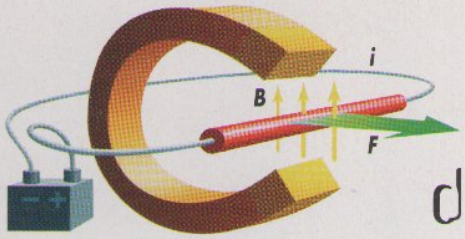
L'engin en forme de soucoupe décolle à la verticale et disparaît à l'horizon en quelques secondes, dans un halo de lumière rouge orangé. Les habitants du village voisin n'ont pas entendu le moindre grondement de réacteurs. Même pour les techniciens sur la piste, le décollage s'est réduit à un sifflement quasi imperceptible.



Franchement, si l'un ou l'autre des géants de l'industrie aéronautique possédait la technologie des soucoupes volantes, les vols transatlantiques pourraient bien ressembler à cela. En effet, qu'ils aient été collectés par le Sepra (le Service d'expertise des phénomènes de rentrées atmosphériques est l'antenne du Centre national d'études spatiales chargée d'enquêter sur les phénomènes aérospatiaux non identifiés) ou qu'ils proviennent d'observations effectuées par des témoins, un certain nombre de paramètres apparaissent comme des constantes dans la description des ovnis : vitesses et accélérations impressionnantes, trajectoires défiant les lois de l'aérodynamique, pas ou peu de bruit, halos lumineux d'intensité variable, présence de «hublots». Le tout accompagné d'odeurs particulières et d'effets caractéristiques sur l'environnement : végétaux brûlés et repoussant mal dans la zone de l'atterrissage, traces au sol laissées par des corps lourds, arrêt des moteurs de voitures, extinction des lumières… Enfin, certains témoins ayant assisté de très près à des phénomènes ovnis font état de troubles physiologiques plus ou moins marqués : fatigue importante, anxiété, brûlures sur la peau…

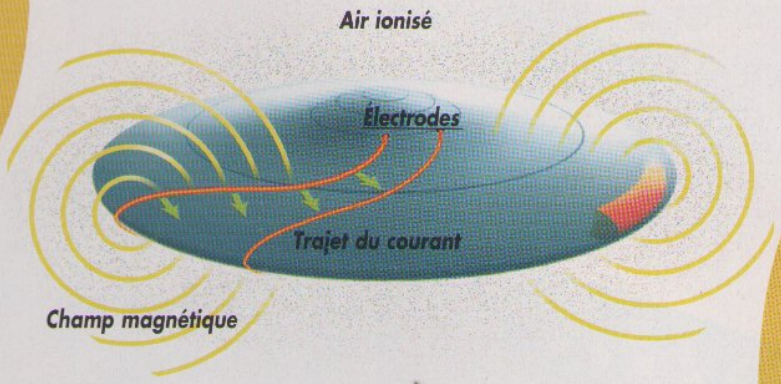
La force de Laplace et ses applications

En clair, le tableau n'évoque aucun mode de propulsion connu. Est-ce à dire qu'il est purement loufoque ? Pas forcément. La magnétohydrodynamique (ou MHD), une branche fort sérieuse de la physique, sait rendre compte, en partie du moins, des phénomènes observés. Même si le terme paraît très contemporain, le principe de la MHD est connu depuis le XVIIIe siècle. Un Français, découvreur de génie, a laissé son nom attaché à ce phénomène : il s'agit de Pierre Simon de Laplace (1749-1827). Le principe qu'il a mis en évidence est utilisé quotidiennement dans tous les moteurs électriques et, d'une manière générale, dans tout ce qui touche à la transformation d'un courant électrique en force. Plus précisément, un conducteur traversé par un courant élec-



Le principe de la MHD

Un conducteur de longueur L, traversé par un courant électrique d'intensité i et placé dans un champ magnétique B perpendiculaire, est soumis à une force F = iBL : c'est la force de Laplace. Cette force (la flèche verte sur le schéma) s'exerce perpendiculairement au trajet du courant électrique. Voilà pour le principe de base.



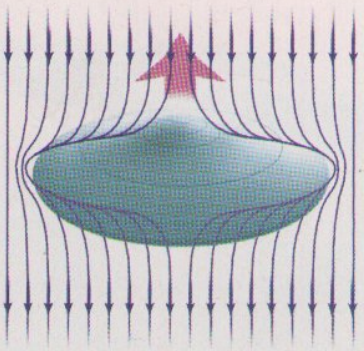
Pour appliquer ce principe à la propulsion d'une soucoupe, l'affaire se corse. Il faut d'abord rendre l'air conducteur en l'ionisant, c'est-à-dire en transformant les atomes de gaz électriquement neutres en ions positifs (atomes qui ont perdu des électrons chargés négativement). C'est la «nuée» autour de la soucoupe dessinée ci-dessus.

Ensuite, il faut créer un champ magnétique à l'aide d'un dispositif adéquat. En suivant le modèle théorique du physicien Jean-Pierre Petit, nous avons imaginé ici un anneau (orangé) tout autour de l'engin. Le champ magnétique est représenté par les cercles jaunes perpendiculaires à la surface de la soucoupe.

Enfin, il faut faire circuler, à travers l'air, un courant électrique (rouge) reliant une à une les électrodes situées en haut de la soucoupe aux électrodes situées en bas (le champ magnétique impose au courant un trajet incurvé, c'est l'effet Hall). Résultat : des forces de Laplace (flèches vertes) s'exercent sur le conducteur (l'air) perpendiculairement au trajet du courant. Sous la soucoupe, ces forces (invisibles ici) s'exercent de la même façon, mais en sens inverse. Voilà qui empêche l'engin de tourner comme une toupie.

L'art du décollage

Pour quitter le sol et se mouvoir, notre soucoupe utilise le même principe qu'un hélicoptère. Objectif : diminuer la pression sur le dessus et l'accroître en dessous en le faisant refluer. La différence avec l'hélicoptère, c'est que l'air n'est pas mis en mouvement mécaniquement par un rotor, mais électriquement par les forces de Laplace.



INFOGRAPHIES SYLVIE DESSERT

trique et placé dans un champ magnétique perpendiculaire est soumis à une force dite force de Laplace. Valable pour un solide, ce principe peut également être mis en application dans un liquide ou dans un gaz *(voir ci-contre « Le principe de la MHD »)*.

De récentes recherches ont permis de l'adapter à la propulsion marine. L'eau de mer conduit naturellement l'électricité grâce au sel dissous sous forme d'ions : on peut donc assez facilement appliquer le principe de la MHD à des navires. Pour faire voler des engins, c'est une autre paire de manches : en théorie, cela n'a rien d'impossible, dès lors que l'air est rendu bon conducteur ; le problème, c'est que ce mélange de gaz a la réputation d'être un excellent isolant électrique.

Ioniser l'air grâce à des micro-ondes

Pour rendre l'air conducteur, il faut donc l'ioniser. Comment ? En secouant ses atomes suffisamment fort pour leur faire lâcher quelques électrons, lesquels pourront alors circuler librement et transporter l'électricité. La méthode d'ionisation la plus appropriée est certainement l'utilisation de micro-ondes, des ondes électromagnétiques à haute fréquence (HF) – d'où l'« ionisateur à hyperfréquences » de notre dialogue fictif du début. Plus puissantes que celles des fours du même nom, ces micro-ondes vont chauffer l'air jusqu'à plus de 3 000 °C très localement autour de l'appareil.

Or, précisément, l'ionisation de l'air est susceptible de créer des halos lumineux ressemblant à ceux que les témoins déclarent avoir observés autour des ovnis. En effet, l'énergie communiquée par les ondes HF est emmagasinée par l'air, qui la restitue

Pourquoi les soucoupes se moquent du mur du son

❶ Propulsé par des hélices ou par des réacteurs, un avion est freiné par l'air accumulé devant lui et qui cherche à passer tout autour. Heureusement, par son déplacement, il crée devant lui des ondes de pression qui écartent l'air à son approche.

❷ Or ces ondes de pression ne se contentent pas « d'ouvrir la voie », elles transmettent aussi le son. Du coup, quand l'avion se rapproche de la vitesse du son, il se rapproche de la vitesse de propagation des ondes de pression. Ces dernières écartent l'air de plus en plus près de l'appareil.

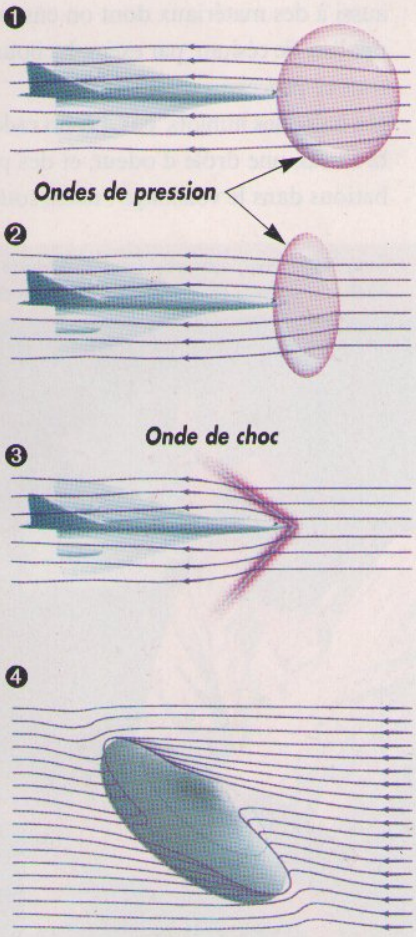
❸ Quand l'avion atteint la vitesse des ondes de pression, ces ondes, alors incapables de se propager, se superposent en formant une onde de choc, qui a pour effet d'accroître fortement la pression et la température de l'air devant l'appareil et, par là même, d'augmenter la vitesse locale du son.

En effet, cette vitesse dépend de la température de l'air. Elle est d'environ 1 150 km/h (330 m/s) dans de l'air à 20 °C mais monte à 1 900 km/h (530 m/s) dans de l'air à 500 °C. Grâce à l'onde de choc, l'air plus chaud dans lequel pénètre l'avion propage le son à une vitesse plus élevée que celle de l'appareil. Les ondes de pression constitutives de l'onde de choc ont alors le temps d'écarter l'air pour laisser passer l'avion. Le tour est joué.

Le bang supersonique n'est autre que le moment où l'onde de choc se propage autour de l'avion tout en s'atténuant. Tant que l'avion vole à une vitesse supersonique, il engendre cette onde de choc.

❹ Dans le cas de notre soucoupe, à aucun moment l'air ne s'accumule devant l'engin. Les ondes de pression n'ont pas l'occasion de se former. Pourquoi ? Parce que les forces de Laplace créées par la propulsion MHD déplacent les masses d'air en permanence et préviennent leur accumulation.

Cela rendrait possible, en théorie, des vitesses supersoniques même à basse altitude, là où l'air est plus dense et où la résistance qu'il oppose est plus forte.

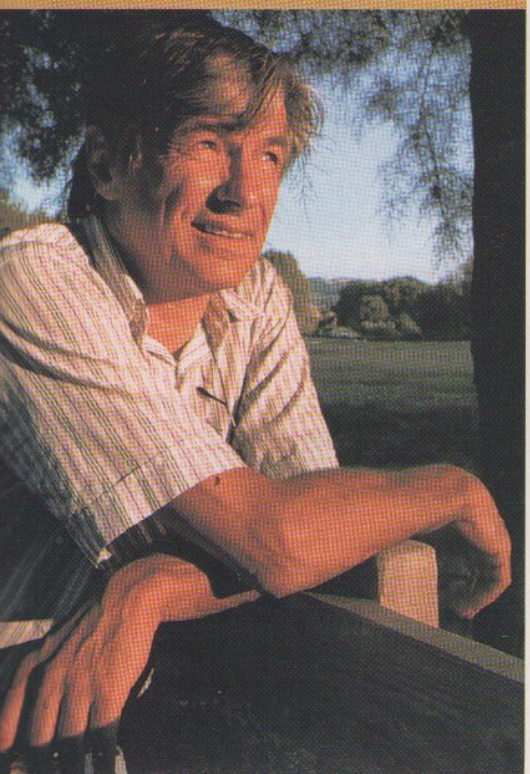


illico sous forme de lumière visible. Les variations de couleur et d'intensité pourraient s'expliquer par des modifications de régime, nécessaires à la stabilité de l'appareil. Les «hublots» seraient les zones des électrodes, ou des zones d'ionisation plus importante, ou tout autre chose. En outre, la couche d'air ionisé rendrait l'engin invisible aux radars, en absorbant les ondes émises par ces derniers.

Quant aux ondes HF, elles auraient l'avantage d'expliquer les traumatismes des végétaux ainsi que les traces de brûlures au sol. Imaginez un superfour à micro-ondes grand ouvert. Quels dégâts sur l'environnement ! Tous les phénomènes électriques parasites pourraient de surcroît y trouver une explication : l'arrêt des véhicules, le dérèglement des appareils électriques. Quant aux odeurs décrites par les observateurs, elles seraient dues à l'ozone créé lors de l'ionisation, mais aussi à des matériaux dont on ensemencerait l'air (le césium, par exemple) pour favoriser ce processus d'ionisation.

Un halo, des hublots, pas d'écho radar, des brûlures, une drôle d'odeur, et des perturbations dans le voisinage : notre soucoupe commence déjà à se dessiner, alors que l'on a seulement évoqué les conditions d'application de la MHD à un engin volant. Maintenant, voyons comment cet engin propulsé par les forces MHD se présente en vol.

Jean-Pierre Petit, astrophysicien, spécialiste de la MHD et... écrivain convaincu de l'existence des E.T.



Y. BOSSON

Les secrets du vol

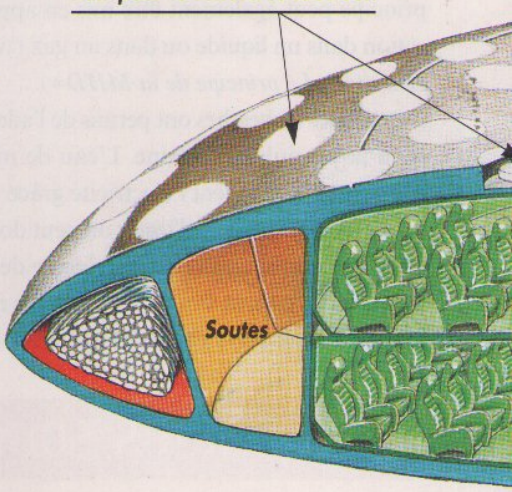
Les forces MHD ont sur l'air la même action que les pales d'un hélicoptère : elles chassent l'air qui est au-dessus de l'appareil pour l'envoyer en dessous. La dépression engendrée sur le dessus et la surpression sur le dessous doivent être suffisantes pour lever et propulser l'appareil. *A priori*, la forme d'engin la plus appropriée est le disque, parce que c'est celle qui offre la surface de contact avec l'air la plus importante. Mais comme on devra y loger l'appareillage, une forme en soucoupe conviendra mieux.

Point crucial : comment cette soucoupe arrivera-t-elle, à l'instar des ovnis, à voler très vite et très bas sans produire le fameux bang supersonique ? Tout simplement en ne créant pas d'onde de choc, explique la théorie MHD *(voir page précédente « Pourquoi les soucoupes se moquent du mur du son »)*.

La suppression des ondes de choc, indispensable si on veut aller très vite, nécessite un contrôle précis et très strict de l'écoulement autour de l'appareil : il ne faut engendrer aucune onde de pression (leur rôle est d'écarter les masses d'air, mais, à vitesse supersonique, elles se superposent pour former une onde de choc). Et comme les ondes de pression sont celles qui transmettent le son, défense absolue de faire du bruit.

En fait, le champ de forces MHD doit se substituer aux ondes de pression, et écarter ou rapprocher l'air à leur place, de manière très efficace. Les travaux de Jean-Pierre Petit, directeur de recherche en cosmologie à l'observatoire de Marseille (CNRS), ont maintenant prouvé scientifiquement que ces champs de forces peuvent supprimer les ondes de choc dans l'air, mais dans des conditions très simplifiées. Pas question pour l'instant de les appliquer aux conditions de vol réelles.

ILLUSTRATION CHRISTIAN DESCOMBES



Émetteurs de micro-ondes. Ces dispositifs, en nombre très important, permettent d'ioniser l'air pour le rendre conducteur.

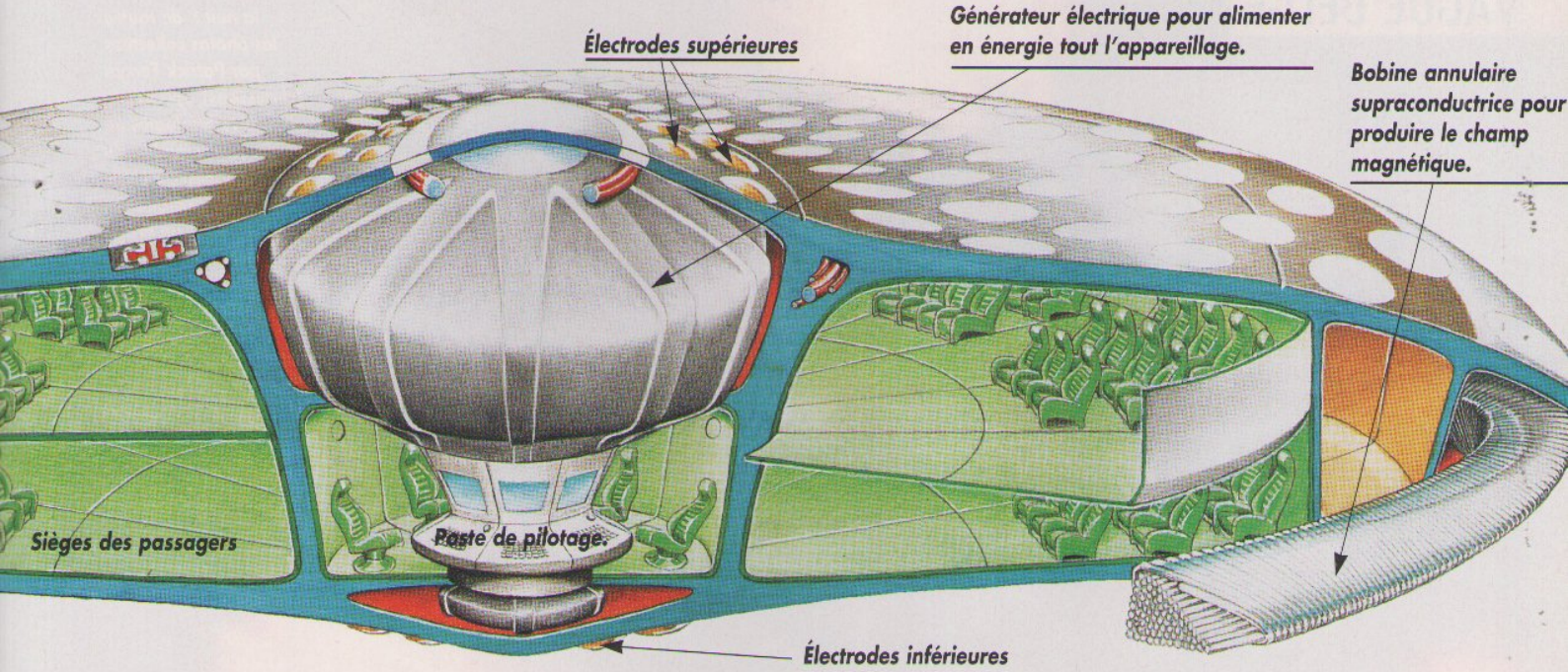
LA PUISSANCE D'UNE

Les matériaux et les équipements nécessaires n'existent pas encore

Cette objection, on la retrouve – hélas ! – à maintes reprises. Car on est encore loin d'assembler le premier prototype de soucoupe MHD ! Pour hisser dans l'air plusieurs tonnes de métal, il faut produire des champs électriques et magnétiques de fin du monde. L'air doit être rendu aussi facilement conducteur qu'un câble d'acier ou de cuivre. Les aimants industriels les plus forts dégagent un champ magnétique de l'ordre de 1,5 à 2 teslas ; or une propulsion MHD exigerait plusieurs dizaines de teslas ! Sans oublier que des champs électromagnétiques d'une telle ampleur ont des effets secondaires inévitables : ils risquent notamment de rendre instable l'air ionisé et, par là-même, de lui faire perdre ses qualités de conduction chèrement acquises.

De toute façon, la science serait bien en peine de fournir les dispositifs capables de créer ces champs électriques et magnétiques. Impossible d'utiliser à cette fin des matériaux ordinaires : ils fondraient aussitôt, car

DANS LES COULISSES D'UN GROS PORTEUR



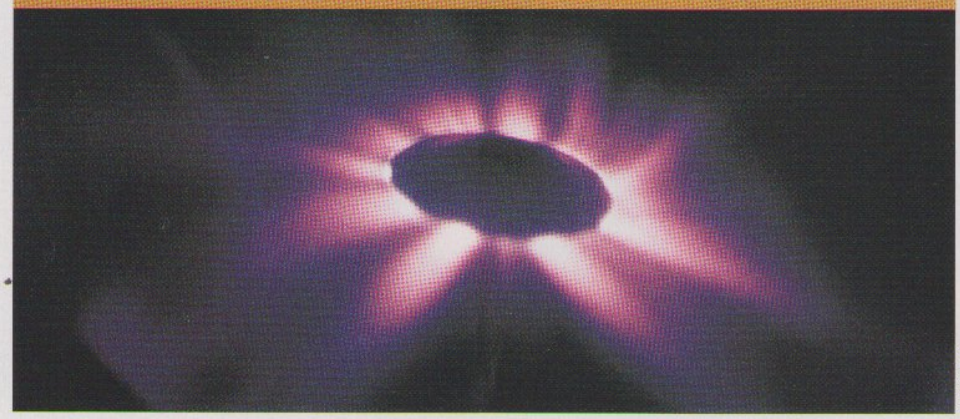
CENTRALE NUCLÉAIRE DANS QUELQUES MÈTRES CUBES

même les plus conducteurs d'entre eux opposent une résistance au passage du courant, lequel se dissipe alors partiellement en chaleur. En conséquence, des matériaux supraconducteurs s'imposent : ils n'offrent aucune résistance au passage du courant, et ne s'échauffent donc pas. Le hic, c'est que, même en laboratoire, aucun effet de supraconduction n'est obtenu sans un refroidissement en dessous de -52 °C, au mieux. Or, il n'est guère possible d'installer à bord un système de refroidissement à azote liquide, extrêmement lourd.

Autre handicap : pour produire l'électricité nécessaire au fonctionnement de l'ensemble *(voir dessin ci-dessus)*, il faudrait embarquer l'équivalent d'une centrale nucléaire ! Enfin, la maîtrise de l'écoulement de l'air autour de l'appareil est, nous l'avons vu, particulièrement délicate, et exige des systèmes de contrôle associés à des moyens informatiques extrêmement rapides et sophistiqués. Problème : les champs magnétiques et les ondes HF rendraient instantanément inutilisables tous les systèmes informatiques actuels basés sur l'électronique. Les calculateurs à bord devraient fonctionner selon le principe des lasers et des fibres optiques. Or, cette technique commence à peine à être développée. Et ne parlons pas de la paroi extérieure, qui sera soumise à des accélérations très importantes et à des températures très élevées – quels matériaux supporteront cela ? – tout en étant bardée de capteurs de contrôle, d'électrodes, de générateurs de HF et autres instruments sophistiqués, donc vulnérables… La question des télécommunications mérite également d'être soulevée. Puisque aucun signal radio ne peut traverser une couche d'air ionisé, comment communiquer avec l'extérieur ?

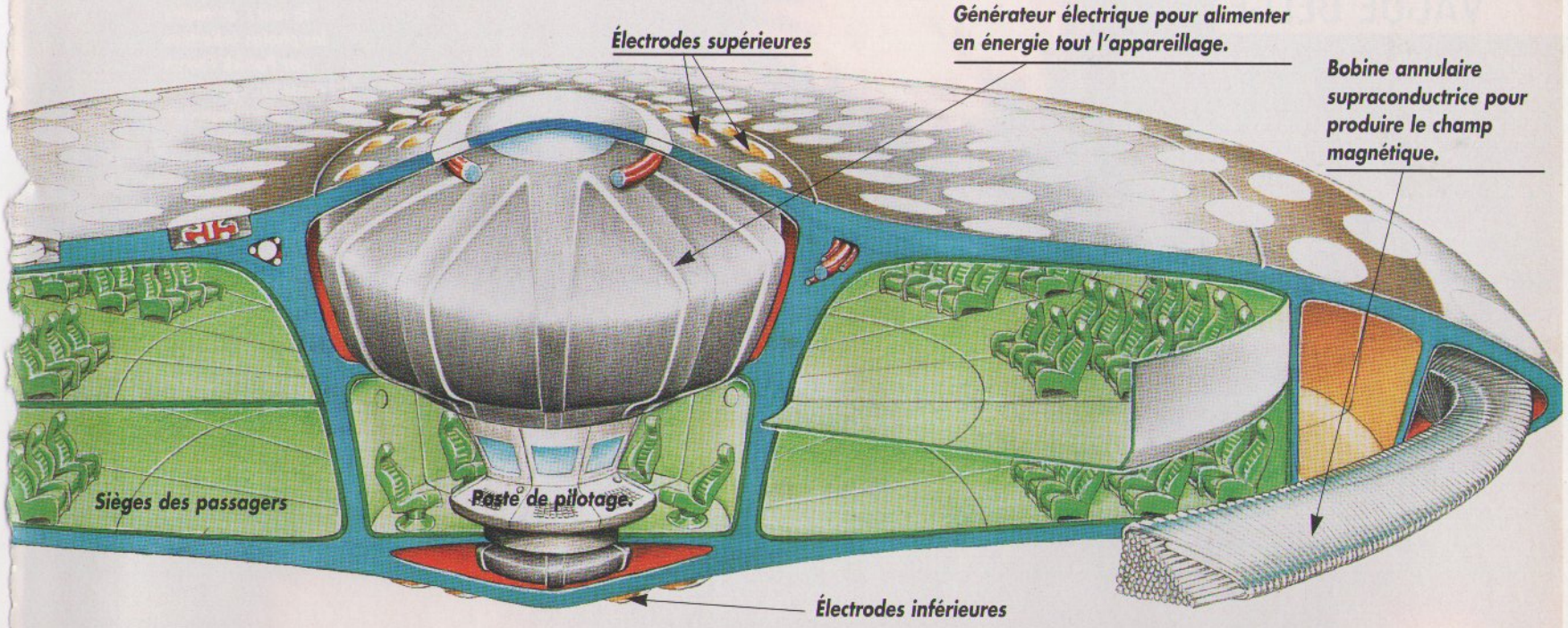
Paris-New York en une demi-heure, ce n'est donc pas pour demain. Du moins, pas grâce à la magnétohydrodynamique. Pour saluer la statue de la Liberté, mesdames et messieurs les passagers sont encore invités à emprunter leur vieil Airbus. □

Expérience d'ionisation de l'air, réalisée par Jean-Pierre Petit, visant à produire des effets lumineux à peu près semblables à ceux qui émaneraient d'un engin volant mû par les forces MHD.



Y. BOSSON

DANS LES COULISSES D'UN GROS PORTEUR



CENTRALE NUCLÉAIRE DANS QUELQUES MÈTRES CUBES

même les plus conducteurs d'entre eux opposent une résistance au passage du courant, lequel se dissipe alors partiellement en chaleur. En conséquence, des matériaux supraconducteurs s'imposent : ils n'offrent aucune résistance au passage du courant, et ne s'échauffent donc pas. Le hic, c'est que, même en laboratoire, aucun effet de supraconduction n'est obtenu sans un refroidissement en dessous de -52 °C, au mieux. Or, il n'est guère possible d'installer à bord un système de refroidissement à azote liquide, extrêmement lourd.

Autre handicap : pour produire l'électricité nécessaire au fonctionnement de l'ensemble *(voir dessin ci-dessus)*, il faudrait embarquer l'équivalent d'une centrale nucléaire ! Enfin, la maîtrise de l'écoulement de l'air autour de l'appareil est, nous l'avons vu, particulièrement délicate, et exige des systèmes de contrôle associés à des moyens informatiques extrêmement rapides et sophistiqués. Problème : les champs magnétiques et les ondes HF rendraient instantanément inutilisables tous les systèmes informatiques actuels basés sur l'électronique. Les calculateurs à bord devraient fonctionner selon le principe des lasers et des fibres optiques. Or, cette technique commence à peine à être développée. Et ne parlons pas de la paroi extérieure, qui sera soumise à des accélérations très importantes et à des températures très élevées – quels matériaux supporteront cela ? – tout en étant bardée de capteurs de contrôle, d'électrodes, de générateurs de HF et autres instruments sophistiqués, donc vulnérables… La question des télécommu-

Expérience d'ionisation de l'air, réalisée par Jean-Pierre Petit, visant à produire des effets lumineux à peu près semblables à ceux qui émaneraient d'un engin volant mû par les forces MHD.